© Г.И. Свердлик, А.С. Выскребенец, А.А. Рево, 2007

УДК 622:66.074.7:534

*Г.И. Свердлик, А.С. Выскребенец, А.А. Рево*

# *МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ АППАРАТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ*

**Семинар № 19**

На кафедре "Технологические машины и оборудование" СКГМИ (ГТУ) на базе запатентованного способа очистки газов в виброкипящем слое адсорбента разработана конструкция адсорбера [1], предназначенного для улавливания вредных компонентов газов (оксидов серы, азота, углерода, неразложившихся углеводородов и др.), отходящих от таких агрегатов, как сушильные барабаны, обжиговые и агломерационные машины.

Конструкция адсорбера представляет собой последовательность наклонных полок, на которых создается стесненный (ограниченный по высоте) виброкипящий слой адсорбента.

Рассмотрим движение отдельной частицы в зоне с $h_{max}$ (рис. 1). При этом приняты допущения:

- частица после отрыва от полки движется без столкновений с другими частицами,
- не учитывается действие потока газа.

Поскольку вертикальная составляющая скорости при касании полки в верхней точке траектории $v_в = 0$, то при отрыве частицы, достигающей верхней полки, из законов движения тела под действием силы тяжести

$$v_в = \sqrt{2gh_{max}}, \qquad (1)$$

где $g$ – ускорение силы тяжести.

При создании вертикальных колебаний аппарата с помощью механического вибратора, состоящего из двух соединенных шестерен с дебалансными грузами, складываются два колебания, происходящие с угловой частотой $\omega$. Поэтому при анализе колебаний они могут рассматриваться как гармонические.

В литературе [2] показано, что минимальное ускорение вибраций, при котором произойдет отрыв частицы от поверхности, определится из условия

$$A\omega^2 \sin\beta/(g\cos\alpha) = \pm 1, \qquad (2)$$

где $A$ – амплитуда колебаний.

Так как $\beta = 90^o - \alpha$, уравнение (2) принимает вид

$$A\omega^2/g = \pm 1. \qquad (3)$$

Из этого следует, что ускорение вибрации для создания стесненного виброкипящего слоя должно быть

$$a \geq g. \qquad (4)$$

Из теории гармонических колебаний известно, что связь по фазе между виброперемещением $x$, виброскоростью $\dot{x}$ и виброускорением $\ddot{x}$ представлена диаграммой (рис. 2).

Для случая отрыва частицы необходимо проанализировать участок диаграммы АВ, на котором происходит движение полки вверх, увеличение скорости и виброускорение имеет положительное значение.

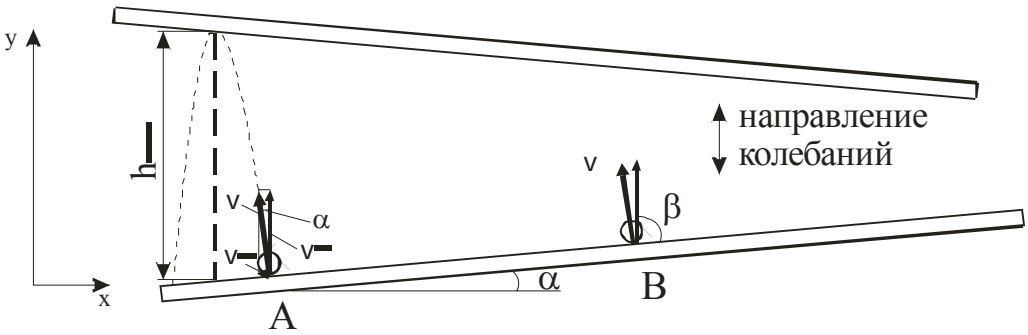


***Рис. 1. Схема движения частиц между полками адсорбера***

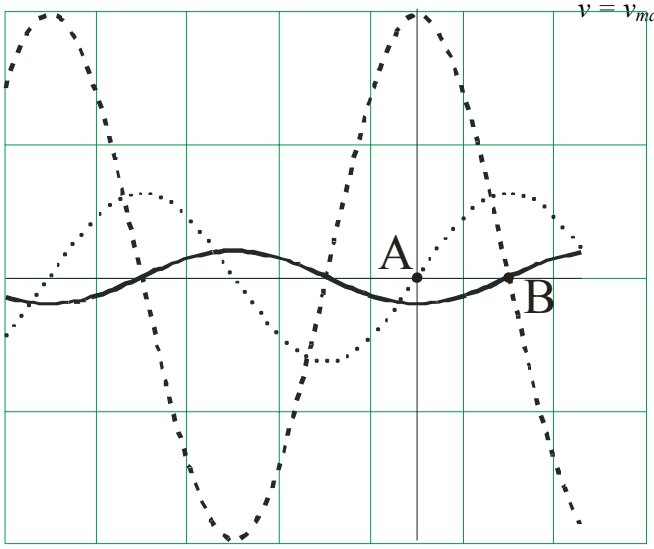


***Рис. 2. Диаграмма связи фаз вибросмещения, виброскорости виброускорения***

Обозначим $\psi = \omega t$ – текущее значение угла диаграммы между точками А и В ($0 < \psi < \pi/2$).

Тогда текущие значения виброускорения и виброскорости будут представлены выражениями

$$a = a_{max} \sin(\pi/2 + \psi) = a_{max} \cos \psi, \quad (5)$$

$$v = v_{max} \sin \psi. \quad (6)$$

Учитывая, что $a_{max} = A\omega^2$ и $v_{max} = A\omega$ и зависимости (1) и (4), для создания стесненного виброкипящего слоя необходимо совместное выполнение условий:

$$A\omega^2 \cos \psi = g, \quad (7)$$

$$A\omega \sin \psi = \sqrt{2gh_{max}}. \quad (8)$$

Возведя обе части уравнения (8) в квадрат и разделив на уравнение (7), получим

$$A = 2h_{max}/(tg\psi \cdot \sin\psi). \quad (9)$$

Анализ выражения (9) показывает, что для конструктивных значений $h_{max} = 0{,}1 \div 0{,}2$ *м* для получения значений амплитуды колебаний в диапазоне $A = 0{,}1 \div 0{,}2$ *м* угол $\psi = \omega t$ должен быть близким к $\pi/2$ (85º ÷ 89º). В этом случае значение виброскорости достигает величины, близкой к $v_{max} = A\omega$. Учитывая выражение (1), получим для сообщения частице скорости, необходимой для достижения верхней полки, условие

$$A\omega = \sqrt{2gh_{max}}, \quad (10)$$

откуда

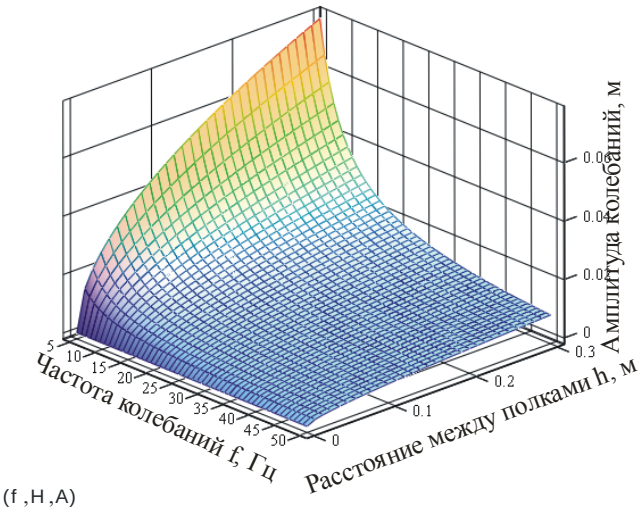


***Рис. 3. Зависимость амплитуды колебаний от частоты и расстояния между полками адсорбера***

$$A = \sqrt{2gh_{max}}/\omega. \qquad (11)$$

Учитывая, что $\omega = 2\pi f$ ($f$ – частота вибраций)

$$A = (\sqrt{2gh_{max}}/2)/(\pi f). \qquad (12)$$

Полученная зависимость амплитуды от частоты колебаний и расстояния между полками адсорбера была реализована в среде Mathcad (рис. 3).

Анализируя рис. 2 с учетом выполнения условия (9), можно сделать вывод, что частицы могут отрываться от полки в диапазоне АВ с различной высотой подбрасывания, изменяющейся от *0* (соответствует т. А) до $h_{max}$ вблизи т. В.

***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***


1. *Свердлик Г.И., Выскребенец А.С., Рево А.А.* Разработка аппарата для повышения эффективности систем газоочистки металлургических предприятий. Цветная металлургия, 2003, № 3.

2. *Кузнецов Е.И., Шмат К.И., Кузнецов С.И.* Оборудование для санитарной очистки газов. Справочник.– Киев, Техника, 1989, 304 с.


## *Коротко об авторах*


*Свердлик Г.И., Выскребенец А.С., Рево А.А.* – Северо-Кавказский горно-метал-лургический институт (ГТУ).